

JP63288683

Publication Title:

ASSEMBLING ROBOT

Abstract:

Abstract not available for JP 63288683

(A) Abstract of corresponding document: EP 0291965

(A1) A 3-dimensional form of a sample product constituted by a plurality of parts having known forms is measured by imaging the sample product from a plurality of directions. Arrangement data representing the 3-dimensional positions and orientations of the parts constituting the sample product are obtained by construction detecting module (12) on the basis of the measured 3-dimensional form of the sample product. Task planning module (13) sets a task for moving a part to be used for constructing a product and task sequence of the task by using arrangement data acquired by construction detecting module (12). Upon generation of motion command data for controlling a robot for constructing the product in accordance with the task set by task planning module (13), the generated motion command is output to motion control module (14).; The construction robot is controlled by the motion control module (14), and the same product as the sample product is constructed.

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-288683

⑬ Int. Cl.³B 25 J 9/16
B 23 P 19/04

識別記号

庁内整理番号

8611-3F
G-8509-3C

⑭ 公開 昭和63年(1988)11月25日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全8頁)

⑮ 発明の名称 組立てロボット

⑯ 特 願 昭62-124606

⑰ 出 願 昭62(1987)5月21日

⑱ 発 明 者 鈴木 徹 夫 神奈川県横浜市磯子区新杉田町8番地 株式会社東芝生産技術研究所内

⑲ 出 願 人 株式会社東芝 神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

⑳ 代 理 人 弁理士 鈴江 武彦 外2名

明 細 書

1. 発明の名称

組立てロボット

2. 特許請求の範囲

既知形状を有した複数の部品を組合わせてなる
見本製品を複数方向から観察して得られた複数の
2次元形状から前記見本製品の3次元形状を得る
3次元計測器と、この3次元計測器から得られた
3次元形状および前記既知の各部品の形状から前
記見本製品を構成する各部品の配置情報を得る構
造検出手段と、前記各部品の3次元位置を移動さ
せるロボット本体と、前記構造検出手段にて得ら
れた各部品の配置情報から、各部品を前記配置情
報の示す位置へ移動させるための各単位作業を算
出する単位作業算出手段と、前記各部品を用いて
前記見本製品と同一製品を組立てる場合における
前記各単位作業の作業順序を算出する作業計画手
段と、この作業計画手段にて得られた作業順序に
従って、前記各単位作業を前記ロボット本体を駆
動する動作指令データへ順次変換する動作計画手

段と、この動作計画手段にて変換された各動作指
令データで前記ロボット本体を駆動する駆動制御
手段とを備えたことを特徴とする組立てロボット。

3. 発明の詳細な説明

〔発明の目的〕

(産業上の利用分野)

本発明は複数の部品からなる見本製品の構造
を検出して、この見本製品と同一製品を自動的に
組立てる組立てロボットに関する。

(従来の技術)

従来、例えばコンベア等にて順次搬入され
る複数種類の部品を組合わせて一つの最終製品に
組立てる組立てロボットにおいては、まず、人間
が最終製品の構造を調べて、最終製品を構成する
各部品の3次元位置と姿勢各とを算出する。そし
て、それらの3次元位置と姿勢各からなる配置情
報からその部品を所定位置から配置情報の示す位
置へ移動させるため単位作業を算出する。さらに、
各部品を順次組立てて一つの最終製品にするまで
の作業順序(組立て順序)を求める。そして、各

単位作業および作業順序をロボット本体が理解できるプログラムに編集して、ロボット本体を駆動させる。

また、組立てロボットに視覚、触覚等のセンサを取付け、予め人間が組込んだプログラムに従って、組立て時の各部品の位置を自動補正したり、動作を自動変更するものも開発されている。

また、ホストコンピュータから、このコンピュータに組込まれたCAD（コンピュータによる自動設計）データから得られる前記各部品に対する単位作業や作業順序を受領して、前記最終製品を自動的に組立てる組立てロボットも提案されている。

しかしながら、一般に組立てロボットを駆動制御するプログラムの作成作業は非常に煩雑であり、しかも多数のアームやハンドを動作させる必要があるため、実際にロボットを駆動させてプログラムチェックを実施する場合にプログラムミスに起因する誤動作による危険発生が懸念される。

また、前述したセンサを用いて各部品の位置を自動補正するプログラムはさらに複雑になる。

の作成が煩雑であり、プログラム作成の専任者が必要であった。また、稼働させるまでの準備作業に多大の時間を必要とした。

本発明は、このような事情に基づいてなされたものであり、見本製品の3次元構造を自動的に検出してそれに基づいて各部品の単位作業および作業順序を得ることによって、たとえ最終製品（見本製品）の構造が変化したとしてもプログラム変更の必要がなく、簡単に製造製品の変更ができる組立てロボットを提供することを目的とする。

〔発明の構成〕

（問題点を解決するための手段）

本発明の組立てロボットは、既知形状を有した複数の部品を組合わせてなる見本製品を複数方向から撮像して得られた複数の2次元形状から見本製品の3次元形状を得る3次元計測器と、この3次元計測器から得られた3次元形状および既知の各部品の形状から見本製品を構成する各部品の配置情報を得る構造検出手段と、各部品の3次元位置を移動させるロボット本体と、構造検出手段

また、CADデータを利用したプログラム自動化については、上述した問題は発生しないが、ホストコンピュータで最終製品に対する自動設計を実行する場合に、自動設計には直接関係のない組立て順序（作業順序）までCAD化する必要がある。その結果、自動設計のためのプログラム作成が非常に煩雑になる。

このように、従来の組立てロボットにおいては、プログラム作成が非常に煩雑になる問題がある。さらに、最終製品の形状が少しでも変更になると、最初からプログラムを作成し直す必要があり、さらに煩雑になる。特に、CADデータを使用する場合は、ホストコンピュータのCADデータの作成まで通ってプログラム訂正を実施する必要がある。したがって、組立てロボットの稼働率を考慮すると上記CADデータを使用する方法は実用的でない。

（発明が解決しようとする問題点）

上述したように、従来の組立てロボットにおいては、ロボット本体を駆動制御するプログラム

にて得られた各部品の配置情報から、各部品を配置情報の示す位置へ移動させるための各単位作業を導出する単位作業導出手段と、各部品を用いて見本製品と同一製品を組立てる場合における各単位作業の作業順序を導出する作業計画手段と、この作業計画手段にて得られた作業順序に従って、各単位作業を前記ロボット本体を駆動する動作指令データへ順次変換する動作計画手段と、この動作計画手段にて変換された各動作指令データで前記ロボット本体を駆動する駆動制御手段とを備えたものである。

（作用）

このように構成された組立てロボットであれば、既知形状を有した複数の部品を組合わせてなる最終製品と同一構成の見本製品全体の3次元形状は複数方向から撮像された2次元形状から求められる。さらに、見本製品を構成する各部品の形状は既知であるので、3次元形状から各部品の位置と姿勢とからなる配置情報を判断できる。すなわち見本製品の構造が検出できる。

そして、得られた各部品の配置情報から、各製品を用いて見本製品と同一の最終製品を組立てる場合における各製品の移動を示す単位作業および作業順序が求められる。各単位作業はロボット本体を駆動させるための動作指令データへ変換され、前記作業順序に従って、順次ロボット本体へ送出される。しかして、見本製品と同一構成の最終製品が組立てられる。

したがって、見本製品と同一製品が自動的に組立てられるので、プログラム変更を行なうことなく見本製品を変更することによって最終製品を変更できる。

(実施例)

以下本発明の一実施例を図面を用いて説明する。

第1図は実施例の組立てロボットの概略構成を示す模式図である。最終製品を構成する各部品1を搬入するコンベア2に隣接してロボット本体3が設置されている。このロボット本体3は、左右に配設された2本のアーム4、5と、各アーム4、

5の先端に取付けられた各ハンド6、7と、各ハンド6、7で各部品1を掴む場合の握力を検出する各力覚センサ8、9等が組込まれている。また、ロボット本体3には最終製品と同一構成の見本製品10の2次元形状を得るための一対のCCDカメラ11a、11bが取付けられている。

各CCDカメラ11a、11bで得られた見本製品10の異なる方向から見た各2次元形状データは構造検出モジュール12へ入力される。この構造検出モジュール12にて得られた見本製品10の構造データは作業計画立案モジュール13へ入力される。この作業計画立案モジュール13は、作業計画部13aと動作計画部13bとで構成されている。作業計画立案モジュール13から出力された各動作指令データは駆動制御モジュール14へ入力される。この駆動制御モジュール14は入力された動作指令データに従ってロボット本体3を駆動制御する。

このロボット本体3は、一種の〔センサ付知能ロボット〕であり、駆動制御モジュール14から

例えば一つの部品1を指定位置へ移動させるための各アーム4、5および各ハンド6、7に対する動作指令データが入力すると、前記一対のCCDカメラ11a、11bおよび力覚センサ8、9のフィードバック信号をもって動作を修正しながら各部品1に対する移動作業を実行する。

なお、前記見本製品10は既知形状を有した複数の部品1を組合わせて構成されている。そして、ロボット本体3はコンベア2にて順次搬入される各部品1をハンド6、7で掴んで見本製品10と同一の最終製品を組立てる。なお、図中15は最終製品の組立て途中を示す半完成品である。

前記構造検出モジュール12は、一種のマイクロプロセッサで構成されており、第2図のブロック図で示すことが可能である。すなわち、一対のCCDカメラ11a、11bは、自己の位置を対象物である見本製品10に対して種々移動させながら、又は見本製品10を回転させながら、この見本製品10を複数方向から撮像する。見本製品10を種々の方向から観測するのは、一方向から

物体を観測しただけでは見えない部分の、観測を行なうためである。

3次元測定器16は、各CCDカメラ11a、11bで撮像された複数方向の2次元形状データから見本製品10の各頂点、稜線の3次元座標を求める。次の階層別分類器17は、3次元計測器16で求められた見本製品10の各頂点、各種稜線の3次元座標を、高さ方向の各階層に分類し、階層毎の断面外形情報を得る。

断面解析器18は、上記階層別分類器17で得られた階層別の断面外形情報、及び部品形状メモリ19から得られた各部品毎の形状データを比較して、その断面に含まれる部品を固定し、各階層毎に含まれる部品の情報を得る。なお、前記部品形状メモリ19内には、この見本製品10を構成する各部品1毎に3次元形状を決定するための断面形状データを含む各データが予め記憶されている。

次の構造認識器6は、断面解析器18によって抽出された各階層毎の部品情報を階層間で統合し、

前記部品メモリ19から送出される各部品1の形状データを参照して、見本製品10を構成する各部品の3次元位置及び姿勢からなる配置情報出力する。構造認識器20から出力された各部品1の配置情報は構造データメモリ21へ書込まれる。

しかして、前記階層別分類器17、断面解析器18および構造認識器20は見本製品10に対する構造検出手段を構成する。

前記構想データメモリ21内には、第3図に示すように、見本製品10を構成する各部品1毎に、部品番号(パーツ№)、部品の型式番号(タイプ№)、例えば部品1の中心位置における見本製品10に組込んだ状態における3次元座標(X, Y, Z)で示される位置データ、およびその位置における立体方位角(α , β , γ)で示される姿勢データが記憶される。

次に、例えば、マイクロプロセッサ等のプログラム制御手段で示される作業計画立案モジュール13の説明を行なう。

この作業計画立案モジュール13内には、第4

図に示すように、コンペア2にて順次搬入されてくる最終製品を構成する各部品1を前記構造データメモリ21内に設定された位置および姿勢からなる配置情報の指定する位置へ移動させるための移動データ等からなる各単位作業を格納する単位作業メモリ22が形成されている。また、この単位作業メモリ22には各単位作業毎にその単位作業を実行する順序Aを格納する順序領域22aが形成されている。

また、標準作業関数メモリ23が形成されている。すなわち、ロボット本体3が実行する各単位作業は例えばコンペア2にて搬入される部品1を構造データメモリ21の配置情報の指定する位置へ移動させる作業である。したがって、部品1を属する位置の情報、移動先の配置情報(X, Y, Z, α , β , γ)、若干の部品形状データ等を、パラメータとすると、実際にロボット本体3へ印加する各アーム4, 5および各ハンド6, 7へ送出する動作指令データP1, P2, ..., Pnは前記各パラメータの関数として定義できる。なお、各部

品1を属する位置はCCDカメラ11a, 11bにてその位置が自動的に把握されるので、上記関数に含まれない場合が多い。そして、標準作業関数メモリ23は、上記各関数を記憶する。

そして、作業計画部13aは第5図の流れ図を実行する。すなわち、構造データメモリ21から各部品1の位置座標(X, Y, Z)と姿勢角(α , β , γ)とからなる配置情報を読出して、該当部品を最終位置へ移動させるための各単位作業を作成する。そして、単位作業メモリ22の各領域へ順次格納する。

構造データメモリ21に記憶された全部の部品1に対する単位作業が単位作業メモリ22へ格納されると、P1以降において、各単位作業の順序付処理を行なう。すなわち、最終製品を組立てる場合は、下方に位置する部品1を先に位置させ、その後、上方に位置する部品1を下方位置の部品1上に載置する必要がある。具体的には、構造データメモリ21内の各部品1の配置情報の各縦軸(X軸)座標位置を比較して、各部品1の上下関

係を決定し、下位置の部品1に対する単位作業の作業順序を上位置の部品1に対する単位作業の作業順序より先に設定する。流れ図上の処理としては、単位作業メモリ22の各番地の単位作業を比較して最優先の単位作業を順序1と決定して、該当単位作業の順序領域に順序1を設定する。次に順序1の単位作業を除いた残りの各単位作業を比較して最優先の単位作業を順序2と決定して、該当単位作業の順序領域に順序2を設定する。このように単位作業メモリ22の全部の単位作業に対する順序Aを設定する。

作業計画部13aにおいて、単位作業メモリ22に対する各単位作業及び作業順序Aの設定処理が終了すると、プログラム制御が動作計画部13bへ移動し、第6図の流れ図で示す動作計画処理が実行される。流れ図が開始されると、まず単位作業メモリ22の読出しポインタを兼用する作業順序Aを1に設定する。そして、P2にて単位作業メモリ22の作業順序Aの領域の単位作業を読出す。そして、P3にて作業標準関数メモリ

23に記憶されている各関数で表示された各動作指令データP1~Pnを讀出す。そして、先に読出された単位作業に含まれる座標(X, Y, Z)や姿勢角(α , β , γ)やその他のこの単位作業を実行するための各種データ値を用いて、各動作指令データP1~Pnの実際の値を算出して、次の駆動制御モジュール14へ送出す。

以上で一つの単位作業に対するロボット本体3のアーム4, 5やハンド6, 7を駆動制御するための動作指令データP1~Pnへの展開処理が終了したので、作業順序Aを1だけ増加する。P4にて増加後の作業順序Aが単位作業メモリ22に格納されている単位作業数Nを超えていないことを確認すると、P2へ戻り、次の作業順序Aの単位作業に対する動作指令データへの展開処理を開始する。

P4にて単位作業メモリ22に記憶された全部の単位作業に対する動作指令データへの展開処理が終了すると、プログラムの制御を駆動制御モジュール14へ移動させる。

の完了を検出すると、作業順序Aを1だけ増加する。P8にて増加後の作業順序Aが単位作業数Nを超えていないことを確認すると、P6へ戻り、次の作業順序Aの単位作業に対する動作指令データを読出してロボット本体3へ送出す。

P8にて作業順序Aが最終順序Nを超えると、ロボット本体3による一つの最終製品の組立て作業は終了する。

このように構成された組立てロボットであれば、最終製品を構成する各部品1の形状データを予め部品形状メモリ19内に設定しておき、最終製品と同一構成の見本製品10を製作し、ロボット本体3に取付けられたCCDカメラ11a, 11bの視野内に配設された回転台に載置して1回転させる。そして、CCDカメラ11a, 11bにて複数方向から2次元画像を撮像させる。すると、構造検出モジュール12内で見本製品10の構造が検出される。そして、作業計画立案モジュール13で最終製品を組立てる場合の各単位作業および作業順序が決定される。そして、ロボット本体

しかして、駆動制御モジュール14は、作業計画立案モジュール13から各動作指令データを受領すると、第7図の流れ図に従って、ロボット本体3に対する駆動制御処理を実行する。まず、作業計画立案モジュール13から作業順序で単位作業毎にその単位作業に対応する動作指令データP1~Pnおよび作業順序Aが入力すると、入力された各動作指令データP1~Pnおよび作業順序Aを一旦動作指令データメモリへ格納する。P5にて全部の単位作業に対応する動作指令データの動作指令データメモリへの格納処理が終了すると、読出順序を指定する作業順序Aを初期値1に設定する。そして、P6にて、作業順序Aに対応する動作指令データP1~Pnを動作指令データメモリから読出して、ロボット本体3へ送出す。

ロボット本体3は入力した動作指令データP1~Pnに従って、コンベア2にて搬入された該当部品1を指定位置へ移動させる。

P7にてロボット本体3による一つの単位作業

3の各アーム4, 5や各ハンド6, 7を実際に駆動させる動作指令データとして駆動制御モジュール14を介してロボット本体3へ印加される。

したがって、各部品の形状データを予めキー入力するのみで、見本製品10と同一構成の最終製品がこの組立てロボットによって自動的に組立てられることになる。このことは、一旦、3次元構造を解析したり作業順序を解析するプログラムを設定すれば、見本製品10の組立て構造を変更するのみで、最終製品の組立て構造を任意に変更できる。

したがって、最終製品の組立て構造が変更する度にロボット本体3を駆動制御するためのプログラムを変更したり作り直す必要がないので、製造製品を簡単に変更できる。その結果、組立てロボットにおける製造製品の段替え作業が簡易化され、専任のプログラマーを必要とせず、不熟な作業員でも間違えることなく簡単に段替え作業ができ、組立てロボット全体の稼働率を向上できる。また、段替えの度にプログラムチェックを行なう必要が

ないので、安全性を大極に向上できる。

なお、本発明は上述した実施例に限定されるものではない。例えば、実際に部品を移動させて最終製品を組み立てるロボット本体3および駆動制御モジュール14と、見本製品10の構造を解析して各単位作業の計画立案を行なう構造検出モジュール12および作業計画立案モジュール13とを分離して、両者を個別に稼働させることにより、複数台の組み立てロボットを設置する場合に、構造検出モジュール12と作業計画立案モジュール13の設置台数をロボット本体3と駆動制御モジュール14の設置台数より少なくすることが可能である。すなわち、上記構造検出モジュール12と作業計画立案モジュール13は製品に変更が生じたときのみ必要となる。

〔発明の効果〕

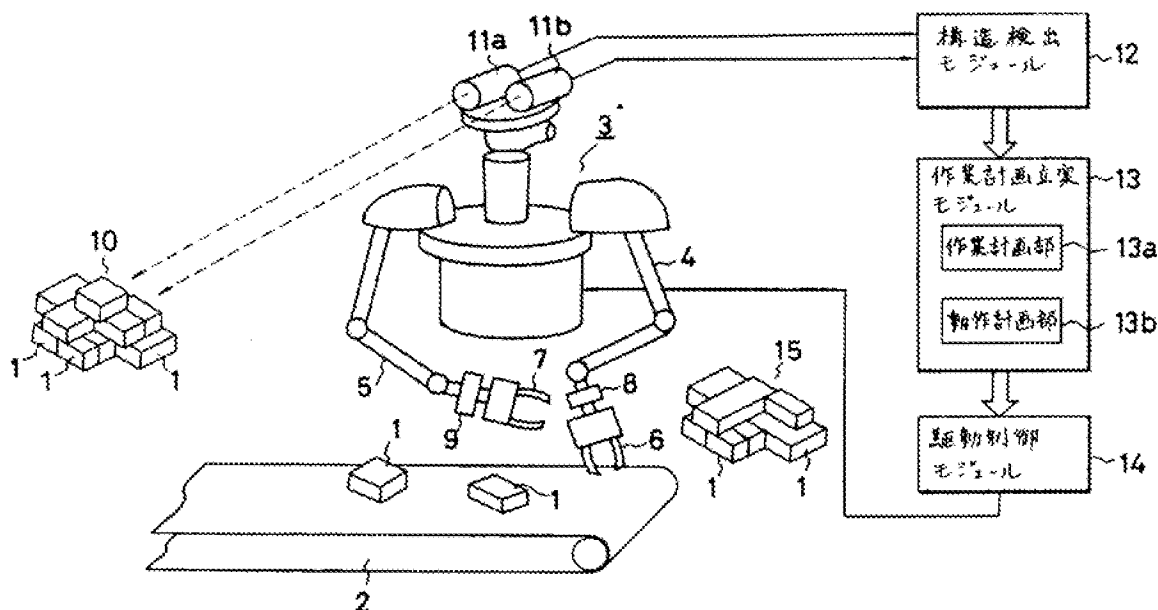
以上説明したように本発明によれば、見本製品の3次元構造を自動的に検出してそれに基づいて各部品の単位作業および作業順序を得るようにしている。したがって、たとえ最終製品（見本製品）

の構造が変化したとしてもプログラム変更の必要がなく、簡単な操作でもって、かつ安全に製造製品の変更ができる。

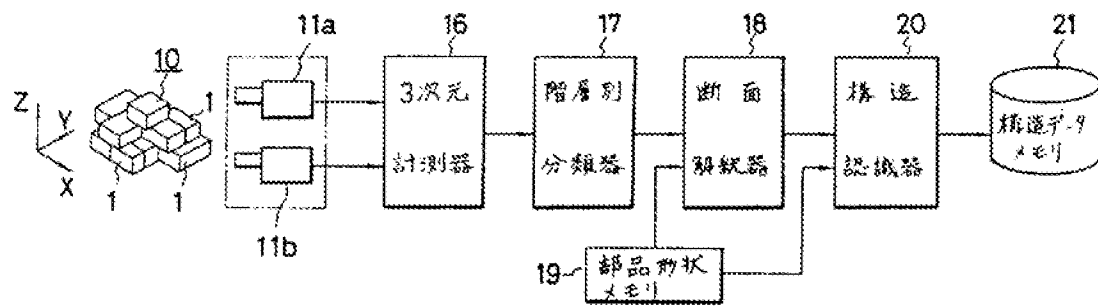
4. 図面の簡単な説明

図は本発明の一実施例に係わる組み立てロボットを示すものであり、第1図は全体の構成を示す模式図、第2図は構造検出モジュールを示すブロック図、第3図は構造データメモリの記憶内容を示す図、第4図は作業計画立案モジュールの記憶内容を示す図、第5図乃至第7図は動作を示す流れ図である。

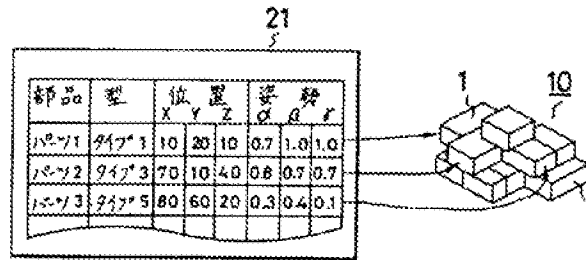
1…部品、2…コンベア、3…ロボット本体、4、5…アーム、6、7…ハンド、10…見本製品、11a、11b…CCDカメラ、12…構造検出モジュール、13…作業計画立案モジュール、13a…作業計画部、13b…動作計画部、14…駆動制御モジュール、16…3次元計測部、19…部品形状メモリ、20…構造認識器、21…構造データメモリ、22…単位作業メモリ、23…標準作業回数メモリ。



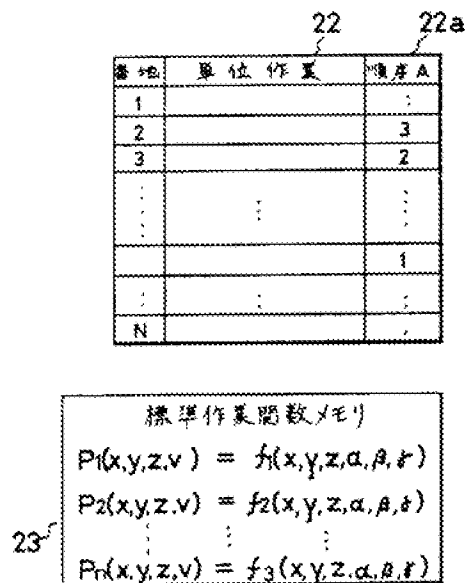
第1図



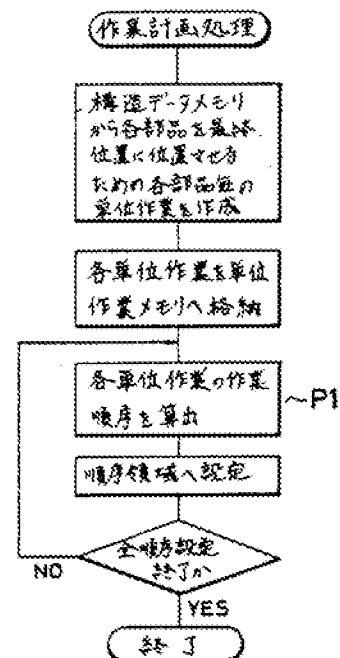
第 2 図



第 3 図



第 4 図



第 5 図

